

**KONVERSI GLISEROL DARI BODIESEL MINYAK JELANTAH
DENGAN KATALISATOR KOH**

***GLYCEROL CONVERSION FROM WASTE COOKING OIL USING
KOH AS CATALYST***

Endah Pratiwi*, Fristita Mauliana Sinaga
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Mulawarman Samarinda
Jl. Sambaliung No.09 Gunung Kelua 75119.
[*e mail: fristitas@yahoo.com](mailto:fristitas@yahoo.com)

ABSTRAK

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur, minyak kedelai dan sebagainya. Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tumbuhan dengan alkohol menggunakan basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu. Dalam penelitian ini digunakan minyak kelapa bekas (jelantah) yang bisa dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan biodiesel. Gliserol merupakan hasil samping pembuatan biodiesel. Gliserol adalah senyawa gliserida yang paling sederhana. Gliserol tidak berwarna, tidak berbau, dan berupa cairan kental dan biasa digunakan sebagai bahan farmasi. Gliserol memiliki tiga kelompok hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk trigliserida. Pada penelitian ini minyak kelapa bekas (jelantah) diproses melalui dua tahap reaksi yaitu, reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi. Tahap esterifikasi dilakukan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak. Minyak diesterifikasi dengan methanol dan katalisator H_2SO_4 dipanaskan pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ dengan waktu 30 menit. Hasil reaksi esterifikasi, direaksikan lagi dengan metanol dan katalisator KOH pada suhu kamar, reaksi yang terjadi adalah reaksi transesterifikasi.

Kata kunci: gliserol, konversi, transesterifikasi

ABSTRACT

Biodiesel is a fuel source alternative to diesel fuel made from mixed of mono-alkyl ester from fat acid long chain that used as an alternative choice for diesel fuel and made by renewable source like vegetable oils, soybean oil, etc. Biodiesel is produced by reacting vegetable oils with alcohols using alkaline substances as catalysts in the temperature and composition. In this study used coconut oil used (jelantah) which can be used to manufacture biodiesel raw material. Glycerol is a byproduct of biodiesel production. Glycerol is a simple polyol compound. It is a colorless, odorless, viscous liquid that is widely used in pharmaceutical formulations. Glycerol has three hydroxyl groups that are responsible for its solubility in water and hygroscopic nature. The glycerol backbone is central to all lipids known as triglycerides. This study was used coconut oil waste (jelantah) which processed through two stages of reactions, esterification and transesterification. Esterification stage is to reduce levels of free fatty acids in the oil. And the oil was esterified with methanol and H_2SO_4 and heated to $60\text{ }^\circ\text{C}$ for 30 minutes. And the oil was transesterified with methanol and KOH.

Keywords: glycerol, conversion, transesterification

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia sendiri, sumber energi merupakan salah satu bahan bakar yang tergolong banyak digunakan. Baik dalam hal sebagai bahan bakar alat transportasi, alat pertanian, penggerak, dan lain sebagainya. Namun, seiring bertambahnya tahun, sumber energi yang tersedia di alam tentu akan menipis jika digunakan terus menerus. Keadaan ini membuat upaya dalam mencari dan

memanfaatkan bahan alternatif lain yang tersedia di alam untuk dapat digunakan. Biodiesel salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri dari ester dari asam-asam lemak. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati,

minyak hewani, atau dari minyak jelantah (minyak bekas penggorengan).

Pemanfaatan dari minyak jelantah (minyak bekas penggorengan) menjadi biodiesel sifatnya ramah lingkungan, tidak mencemari air, udara, maupun tanah karena terurai secara biologis dan bahan bakunya dapat diperbarui. Disamping itu untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat buangan dari limbah minyak goreng yang berasal dari industri-industri rumah tangga. Keuntungan lain penggunaan bahan ini dibanding yang lain dapat meningkatkan daya pelumasan karena viskositasnya yang lebih tinggi.¹

Beranjak dari pembahasan diatas maka dalam penelitian ini melakukan suatu pengujian kinetika reaksi pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dan methanol dengan katalisator KOH dengan variabel jumlah katalis dan mengetahui perbandingan terhadap metanol murni dan metanol *recovery*.

RUMUSAN MASALAH

Untuk merancang reaktor pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, diperlukan data kinetika reaksi antara lain bagaimana bentuk persamaan kecepatan reaksinya dan berapa nilai konstanta kecepatan teaksinya, kemudian dari data kinetika maupun data termodinamikanya, dapat ditentukan ukuran reaktor dan kondisi operasi yang baik untuk reaksi tersebut.

BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah hanya untuk mengetahui kinetika reaksi transesterifikasi minyak kelapa bekas (jelantah) menjadi biodiesel dengan variabel waktu pengadukan dan jumlah katalisator.

HIPOTESIS

Dari percobaan pendahuluan yang dilakukan, serta dari hasil penelitian yang sejenis yang sudah dilakukan, reaksi pembuatan esterifikasi pada awal reaksi akan terjadi perubahan konversi reaktan yang cukup besar, kemudian semakin turun dan akhirnya berhenti pada konversi tertentu. Hal ini menunjukkan adanya indikasi reaksi yang terjadi adalah reaksi bolak balik. Adapun order reaksi maupun nilai konstanta kecepatan reaksinya dapat dihitung berdasarkan eksperimen yang akan dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin, dan sebagainya. Minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga, umumnya dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner akan tetapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan.

Bahan dasar minyak goreng bisa bermacam-macam seperti kelapa, sawit, kedelai, jagung, dan lain-lain. meski beragam secara kimia isi kandungannya sebetulnya, tak jauh beda, yakni terdiri dari beraneka asam lemak jenuh (ALJ). Dalam jumlah kecil kemungkinan terdapat juga lesitin, cephalin, fosfatida lain, sterol, asam lemak bebas, lilin, pigmen larut lemak, dan hidrkarbon, termasuk karbohidrat dan protein. Hal yang kemungkinan berbeda adalah komposisinya. Kandungan asam lemak dari minyak jelantah dibagi dua, yakni : Asam lemak jenuh mengandung asam stearat dan Asam lemak tak jenuh mengandung palmitat dan linoleat.

Biodiesel merupakan bahan bjar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar mesin diesel dan terbuat dari sumber terbagarui seperti minyak nabati misalnya: minyak sawit, minyak kelapa, minyak kemiri, minyak jarak pagar, dan minyak berbagai tumbuhan yang mengandung trigliserida.

Biodiesel memiliki kelebihan lain dibanding solar, yakni :

1. Angka setana lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibanding dengan minyak solar.
2. Biodiesel diproduksi dari bahan pertanian sehingga dapat terus diperbarui.

¹[http:// digilib.unimus.ac.id](http://digilib.unimus.ac.id) (07 Februari 2015)

3. Ramah lingkungan karena tidak ada emisi gas sulfur.
4. Aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun.
5. Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia.
6. Memungkinkan diproduksi dalam skala kecil dan menengah sehingga bisa diproduksi di daerah pedesaan.

Methyl ester (biodiesel) dari minyak kelapa bekas (jelantah) dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi, yaitu dengan cara mengeluarkan gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan *alkohol* (misalnya *methanol*) menjadi *alkohol ester (Fatty Acid Methyl Ester/FAME)*, atau biodiesel. *Methanol* lebih umum digunakan untuk proses transesterifikasi karena harganya lebih murah dan lebih mudah untuk *recovery*. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Untuk mendorong reaksi agar bergerak ke kanan sehingga dihasilkan *methyl ester* (biodiesel) maka perlu digunakan alkohol dalam jumlah berlebih atau salah satu produk yang dihasilkan harus dipisahkan.

Pada penelitian ini reaksi pembuatan biodiesel dilakukan melalui dua tahap reaksi, yaitu reaksi esterifikasi asam lemak bebas dalam minyak kelapa bekas (jelantah) dengan metanol menggunakan katalisator H_2SO_4 , kemudian dilanjutkan dengan reaksi

transesterifikasi minyak kelapa bekas (jelantah) hasil reaksi tahap pertama dan metanol menggunakan katalisator KOH. Penggunaan katalis asam disamping katalis basa guna menurunkan kadar asam lemak bebas dalam minyak kelapa bekas (jelantah). Karena minyak kelapa bekas (jelantah) yang digunakan berasal dari minyak kelapa yang didalamnya mengandung asam lemak seperti asam kaprilat 8%, asam kaprat 7%, asam laurat 48%, asam miristat 17,5%, asam palmitat 8,8%, asam stearat 2%, asam oleat 6% dan asam linoleat 2,5%. (Kirk Othmer, 1951) Reaksi esterifikasi yang berkatalis asam berjalan lebih lambat namun metode ini lebih sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak bebas relatif tinggi ((Freedman and Mounts, 1984). Dengan esterifikasi, kandungan asam lemak bebas dapat diminimalisir hingga 2% dan diperoleh tambahan ester (Ramadhas

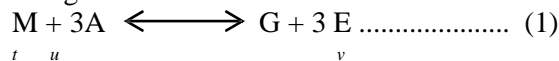
Faktor utama yang mempengaruhi kadar ester dalam hasil reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan *alkohol*, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku yang dapat menghambat reaksi. Faktor lain yang mempengaruhi kandungan ester pada biodiesel, diantaranya kandungan gliserol, jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, jumlah katalis sisa. (Ramadhas dkk. 2005).

Dalam penelitian kinetika reaksi pembuatan biodiesel dari minyak kelapa bekas (jelantah) perhitungan konversi dilakukan dengan menganalisis kadar gliserol dalam hasil reaksi. Analisis gliserol dalam bahan dapat dilakukan dengan metode asetin (Griffin, 1958). Penelitian sejenis dengan dua tahap reaksi pernah dilakukan sebelumnya menggunakan metode analisa Iodometri-Asam Periodat (Prasetyo, 2006; Winoto, 2006)

LANDASAN TEORI

Senyawa-senyawa yang ada selama proses alkoholisis adalah trigliserida (minyak kelapa bekas (jelantah)), alkohol (metanol), gliserol, ester baru dan katalisator KOH. Menurut Schmidt, 1998 dan Butt, 1999.

Persamaan reaksi alkoholisis dapat ditulis sebagai berikut:



$$r_m = - \frac{dC_m}{dt} = k_1 C_m^t C_a^u - k_2 C_g^v C_e^w \dots\dots\dots (2)$$

M=minyak, A=alkohol, G=gliserol, E=ester

r_m = kecepatan reaksi
 k_1, k_2 = konstanta kecepatan reaksi

x = konversi
 t, u, v, w = orde reaksi
 C_m, C_a = konsentrasi minyak, alkohol
 C_g, C_e = konsentrasi gliserol dan ester

Penentuan orde reaksi metanolisis minyak kelapa bekas (jelantah) dilakukan dengan coba-coba (*trial error*) besarnya orde reaksi sampai diketemukan persamaan reaksi yang sesuai dengan data hasil penelitian. Misalnya dicoba reaksi ke kanan maupun ke kiri orde dua maka persamaan kecepatan reaksi menjadi:

$$r_m = - \frac{dC_m}{dt} = k_1 C_m C_a - k_2 C_g C_e \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{dC_{Ao}(1-x)}{dt} = k_1 C_{mo}(1-x)(C_{ao} - 3C_{mo}x) - \frac{3k_2 C_{mo}^2 x^3}{dt} \dots\dots\dots (4)$$

Pada saat reaksi telah setimbang maka dicapai konversi kesetimbangan x_e dengan konstanta kesetimbangan (K) sebagai berikut:

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_p C_g}{C_m C_n} \dots \dots \dots (5)$$

$$K = \frac{C_{mo} x_e (3C_{mo} x_e)}{C_{mo}(1-x_e) \cdot (C_{ao}-3C_{mo}x_e)} \dots \dots \dots (6)$$

$$K = \frac{3C_{mo}^2 x_e^2}{(1-x_e) \cdot (C_{ao}-3C_{mo}x_e)} \dots \dots \dots (7)$$

$$Y = C_{mo} \left\{ (1-x) \frac{(C_{ao}-3C_{mo}x)-1}{K} - 3C_{mo}x^2 \right\} \dots \dots (8)$$

Maka $\frac{dx}{dt} = k_1 Y$

Jika dibuat grafik dx/dt vs Y merupakan garis lurus. Maka reaksi orde 2 dan konstanta kecepatan reaksinya adalah gradien dari garis tersebut. Tetapi, apabila bukan garis lurus maka dicoba orde reaksi yang lain. Kesesuaian data penelitian dengan persamaan kecepatan reaksi maupun nilai k bisa dihitung dengan *least square*.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini reaksi pembuatan biodiesel dilakukan melalui dua tahap reaksi, yaitu reaksi esterifikasi minyak kelapa bekas (jelantah) dengan metanol menggunakan katalisator H_2SO_4 untuk menghilangkan asam lemak bebas, dan reaksi transesterifikasi minyak kelapa bekas (jelantah) metanol menggunakan katalisator KOH (Prasetyo,2006 dan Winoto, 2006).

1). Tahap Reaksi Esterifikasi

Minyak kelapa bekas (jelantah) sebanyak 150 mL dimasukkan ke dalam labu leher tiga kemudian ditambahkan H_2SO_4 pekat sebanyak 0,2 mL (0,25% berat minyak), kemudian dipanaskan sampai suhu 60°C. Metanol sebanyak 185 mL dimasukkan ke erlenmeyer yang telah dilengkapi pendingin balik, kemudian dipanaskan dengan kompor listrik hingga mencapai titik didih. Selanjutnya metanol dimasukkan ke dalam reaktor berpengaduk melalui saluran pendingin balik. Suhu dalam reaktor diusahakan tetap pada 60°C selama 30 menit. Setelah 30 menit, reaksi dihentikan kemudian hasil reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan sampai mencapai suhu kamar (dibiarkan selama satu malam).

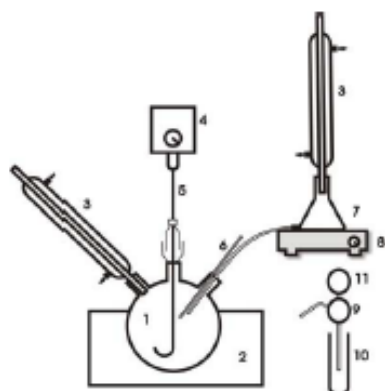
Hasil reaksi kemudian minyak hasil reaksi dicuci dengan 150 mL *aquadest* dalam gelas beker dengan magnetic stirrer selama 15 menit (dilakukan dua kali pencucian). Setelah itu minyak dan *aquadest* dipisahkan dengan corong pisah, minyak kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan (90 menit).

Langkah-langkah tersebut diulang selama beberapa kali sampai didapatkan minyak hasil yang mencukupi untuk tahap reaksi transesterifikasi.

2). Tahap Reaksi Transesterifikasi

KOH pellet 1,7 gram dilarutkan dalam metanol yang berada di dalam gelas beker 600 mL diaduk dengan *magnetic stirrer*. 100 mL minyak dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi metanol-KOH. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 75 menit, kemudian campuran didiamkan selama satu malam. Proses yang sama dilakukan untuk berat katalis 1,7 gr dengan variasi waktu 90 menit dan 105 menit.

Campuran hasil reaksi dimasukkan ke dalam *vacuum distillation* untuk memisahkan metanol. Setelah ester dan gliserol terbentuk menjadi 2 lapisan sempurna, *vacuum distillation* dihentikan. Lapisan bawah berupa gliserol dan lapisan atas berupa ester dan sisa minyak, kemudian gliserol dipisahkan dengan corong pisah, gliserolnya dianalisis sedangkan ester dan sisa minyak dicuci dengan *aquadest* 150 mL dan 2 mL asam asetat untuk memisahkan sisa katalis yang dimungkinkan masih ada dalam ester menggunakan pengaduk mercury dengan kecepatan 500 rpm selama 15 menit pencucian dilakukan dua kali dengan *aquadest* 150 mL. Setelah itu ester hasil pencucian dimasukkan ke dalam corong pisah. Biarkan sebentar membentuk 2 lapisan, ester di atas dan air di bawah (dibuang). Ester dimasukkan ke dalam beker gelas kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam untuk menguapkan sisa air yang masih ada setelah pencucian. Proses di atas diulang dengan variasi berat katalis 1,9 dan 2,1 gram.



Gambar 1. Rangkaian Alat Esterifikasi

Keterangan :

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Labu leher tiga | 7. Erlenmeyer |
| 2. Pemanas mantel | 8. Kompor listrik |
| 3. Pendingin balik | 9. Pengambil cuplikan |
| 4. Motor pengaduk cuplikan | 10. Penampung |
| 5. Pengaduk | 11. Karet penghisap |
| 6. Termometer | |

Analisis hasil

Analisis hasil dilakukan dengan metode asetin dengan prosedur berikut gliserol yang telah dipisahkan dari campuran hasil, ditimbang beratnya kemudian gliserol dipanaskan di dalam oven pada suhu 100°C selama 5 menit supaya cairan yang terikat dalam gliserol teruapkan. Setelah itu, gliserol bersih (gliserol setelah dipanaskan) ditimbang kembali, diambil 1,5 g gliserol bersih dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, dan ditambahkan 3 gram natrium asetat dan 7,5 mL asam asetat anhidrid, kemudian dididihkan selama 1 jam. Selanjutnya campuran didinginkan sampai kurang lebih 80°C, penambahan air suling sebanyak 50 mL pada suhu 80°C melalui corong pendingin balik. Setelah itu campuran didinginkan sampai suhu kamar, pendingin balik dilepas, kemudian ditambah 2 mL indikator phenolphthalein. Setelah itu, cairan dinetralkan dengan larutan NaOH 6 N sampai timbul warna merah muda, lalu ditambahkan lagi 10 mL larutan NaOH 1 N. Setelah pendingin balik dipasang, campuran dididihkan kembali selama 15 menit. Cairan didinginkan secepat mungkin kemudian dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai warna merah muda hilang. Kemudian volume HCl yang dipergunakan untuk titrasi dicatat. Disamping itu, dilakukan titrasi blangko dengan cara yang

sama, tetapi tanpa cuplikan. Kemudian HCl untuk analisis ini juga dicatat. Jumlah gliserol bebas pada akhir reaksi dinyatakan dengan persamaan :

$$G = \frac{W_1 W_4}{W_2 W_4} \cdot (V_b - V_s) N_{HCl} \dots \dots \dots (9)$$

Karena berat campuran dan berat sampel sama maka persamaan menjadi:

$$G = \frac{W_1}{W_4} \cdot (V_b - V_s) N_{HCl} \dots \dots \dots (10)$$

- G = jumlah gliserol yang dihasilkan, mgrek
 W₁ = berat campuran, g
 W₂ = berat sampel yang diambil, g
 W₃ = berat gliserol setelah dipanaskan, g
 W₄ = berat gliserol yang dianalisis, g
 V_b = volume HCl titrasi blangko, mL
 V_s = volume HCl titrasi sampel, mL
 N_{HCl} = normalitas larutan HCl, mgrek/L

Konversi (Xm) dihitung dengan persamaan:

$$X_m = \frac{G}{G_0} \dots \dots \dots (11)$$

- G₀ = gliserol total mula-mula, mgrek
 G₀ = S x A
 S = Ekuivalen asam lemak total mgrek/gr minyak
 A = berat minyak, gr

Penentuan ekuivalen asam lemak total

Minyak sebanyak 5 gr dimasukkan dalam Erlenmeyer kemudian ditambah 50 mL NaOH 0,5 N. Erlenmeyer ini kemudian dilengkapi dengan pendingin balik dan dipanaskan selama 30 menit. Selanjutnya setelah didinginkan, larutan ini ditambah 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan larutan HCl 0,5 N sampai warna berubah bening.

$$EALT = \frac{(V_{blanko} - V_{titrasi}) N_{HCl}}{M_{minyak}} \dots \dots \dots (12)$$

- EALT = ekuivalen asam lemak total, mgrek/gram
 V_{Blangko} = volume HCl titrasi blangko, mL
 V_{Titrasi} = volume HCl titrasi sampel, mL
 N_{HCl} = normalitas HCl, grek/L

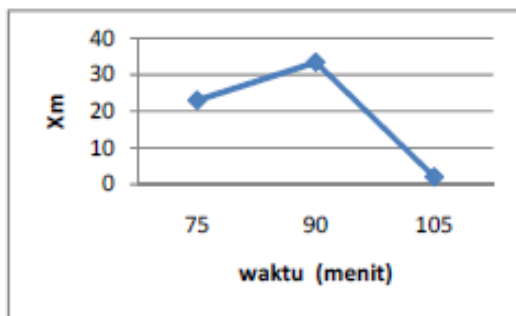
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, berdasarkan variasi waktu terhadap konsentrasi katalis KOH, didapatkan hasil:

Tabel 3.1 Hasil konversi gliserol berdasarkan variasi waktu terhadap konsentrasi KOH

t	Katalis (gr)	A (gr)	S (mg,ek/gr)	Go (mL)	G (mg,ek)	Xm
75	1,7	5	1,35	6,75	154,78	22,93
90	1,7	5	1,14	5,7	190,13	33,35
105	1,7	5	2,71	13,55	27,20	2

Dari data tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara waktu pengadukan dan konversi yang didapatkan.



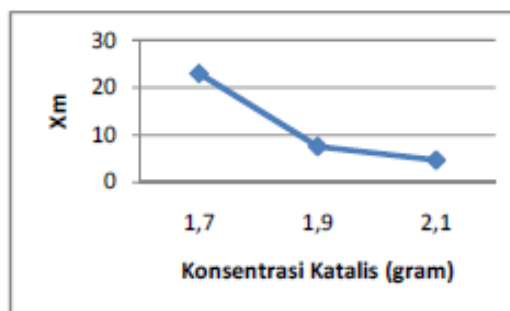
Grafik 3.1 Hasil konversi gliserol berdasarkan variasi waktu terhadap konsentrasi KOH

Berdasarkan hasil tersebut di diketahui bahwa konversi maksimum yakni 33,35 % terjadi pada pengadukan 90 menit.

Tabel 3.2 Hasil konversi gliserol berdasarkan variasi konsentrasi katalis KOH terhadap waktu

t	Katalis (gr)	A (gr)	S (mg,ek/gr)	Go (mL)	G (mg,ek)	Xm
75	1,7	5	1,35	6,75	154,78	22,93
75	1,9	5	1,77	8,85	67,10	7,58
75	2,1	5	2,66	13,3	62,608	4,7

Dari data tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi dan konversi yang didapatkan.



Grafik 3.2 Hasil konversi gliserol berdasarkan variasi konsentrasi katalis KOH terhadap waktu

Berdasarkan penelitian Bahwa konversi maksimum yakni 22,93 % terjadi pada penambahan konsentrasi katalis sebesar 1,7 gram.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari hasil penelitian variasi waktu terhadap konsentrasi katalis KOH didapatkan konversi 22,93% pada 75 menit; 33,35% pada 90 menit dan 2,007 pada 105 menit. Hal ini menandakan bahwa semakin lama waktu pengadukan maka konversi yang didapat semakin sedikit.
2. Dari hasil penelitian variasi konsentrasi katalis KOH terhadap waktu didapatkan konversi 22,93% pada 1,7 gram; 7,58% pada 1,9 dan 4,70 pada 2,1 gram. Hal ini menandakan bahwa semakin banyak jumlah katalis maka konversi yang didapat semakin sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditunjukkan kepada Ibu Novy Pralisa Putri ST.M.Eng selaku Ketua Prodi, Bapak Ari Susandy Sanjaya ST.,MT selaku Pembimbing, kepada Ibu Indah Prihatiningtyas D.S, S.T.M.T selaku Kepala Lab. Teknologi Kimia, dan Bapak Abdul Kahar serta Bapak Rahmad selaku Laboran.

DAFTAR PUSTAKA

- Butt, J.B.,1999, *Reaction Kinetics and Reactor Design*, 2nd ed, rev. and expanded, Marcel Dekker, New York.
- Fessenden and Fessenden,1986,*Organic Chemistry*,3rd ed., Wadsworth,Inc., Belmont,California.

- Freedman, B. E. H. and T. L. Mounts., 1984, *Variabel Affecting th Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils*, J. Am. Oil Chem. Soc, 61, pp. 1638-1643
- Griffin, R.C.,1958, Technical Methods of Analysis, 2nd ed, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F, 1951, *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol. 5, pp. 781-790, Interscience Incyclopedia Inc., New York
- Prasetyo, A., 2006, Pembuatan Biodiesel Minyak Kemiri (*Aleurites moluccana*) dengan Dua Tahap Proses, Laporan Penelitian, Laboraturium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia UGM, Yogyakarta
- Prihandana, R., 2006, Menghasilkan Biodiesel Murah, PT AgroMedia Pustaka, Tangerang.
- Ramadhas, 2005, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit dengan Esterifikasi Dua Tahap, Laporan Penelitian, Laboraturium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Schmidt, L.D.,1998, *The Engineering of Chemical Reactions*, Oxford University Press, New York.
- Swern, 1964, *Bailey's Industrial Oil and Fats Products*, pp.948-951, Interscience Publisher, Inc., New York.
- Winoto, G., 2006, Pembuatan Bio-diesel dari Minyak Kemiri (*Aleurites moluccana*) Laporan Penelitian, Laboraturium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia UGM, Yogyakarta.
- Yuniwati, M.,2009,Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dan Metanol dengan Katalisator KOH, Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains& Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.